

ผลของชนิดน้ำตาลและสภาวะการทอดต่อการยอมรับขนมเจาะหู

Effect of sugar types and frying conditions on the acceptance of

Khanom Jor Hoo

มินดา สุวรรณ^{1*} ทิพวรรณ วรรณะ¹ วันชัย สมบัติทอง¹ สุวิจักขณ์ เสงส์สุข¹ และฐิติมาพร ศรีรักษ์²

Minda Suwan ^{1*}, Tippawan Wanna¹ Wanchai Sombattong¹ Suwijak Sengsuk¹
and Thitimapon Srirak²

Received 10 มีนาคม 2566 Revised 12 มิถุนายน 2566 Accepted 15 มิถุนายน 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหูโดยศึกษาชนิดน้ำตาลที่แตกต่าง 3 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด และน้ำตาลทรายแดง พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับขนมเจาะหูสูตรน้ำตาลมะพร้าวสูงที่สุด การศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิในการทอดขนมเจาะหูด้วยหม้อทอดไฟฟ้า 3 สภาวะ ได้แก่ ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที และที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที พบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนนขนมเจาะหูทอดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่าขนมเจาะหูที่ทอดด้วยสภาวะอื่น ($p < 0.05$) ซึ่งมีคะแนนการยอมรับอยู่ในระดับความชอบมาก นอกจากนี้ต้นทุนที่ใช้ในการผลิตขนมเจาะหู ด้านต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิต 1.50 บาท ด้านต้นทุนค่าแรงทางตรงเท่ากับ 0.375 บาทต่อชิ้น และค่าใช้จ่ายในการผลิตขนมเจาะหูเฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.14 บาท ต่อหน่วย คิดเป็นราคาต้นทุนรวม 2.015 บาทต่อชิ้น

คำสำคัญ: ขนมเจาะหู, น้ำตาล, การทอด

¹ นักศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

¹ Student, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

² Assistant Professor, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University

* ผู้ประสานงานนิพนธ์ e-mail: mindasuwan@gmail.com

Abstract

The purpose of this research was to study the suitable type of sugar in Khanom Jor Hoo. Three different types of sugar were studied; coconut sugar, palm sugar, and brown sugar. It was found that the panelists gave the highest liking score for Khanom Jor Hoo containing coconut sugar. The time and temperature of frying were studied in three conditions; 160 °C for 90 seconds, 170 °C for 120 seconds, and 180 °C for 150 seconds. The finding showed that the panelists gave a higher liking score for Khanom Jor Hoo frying at 170 °C for 120 seconds in terms of appearance, color, odor, flavor, texture, and overall preference than the other frying conditions ($p \leq 0.05$) with a linking score in the level of very like. In addition, the cost used in the production of Khanom Jor Hoo in terms of the raw material cost used for production was 1.50 baht per unit, the cost of labor was 0.375 baht per piece, and the average daily production cost was 0.14 baht, so the total production cost is 2.015 baht per piece.

Keywords: Khanom Jor Hoo, Sugar, Frying

1. บทนำ

ขนมเจาะหู หรือขนมตีซ่า เป็นขนมพื้นถิ่นประเภททอดประจำเทศกาลสารทเดือนสิบของภาคใต้ ลักษณะกลมมีรูตรงกลางเหมือนกับขนมโดนัทของฝรั่ง แต่ขนมเจาะหูมีขนาดเล็กกว่า เนื้อสัมผัสมีความนุ่มและฟูแตกต่างกัน ทำขึ้นตามความเชื่อว่าเป็นขนมที่ลวงลับแล้วที่ใช้ขนมเจาะหูที่มีลักษณะเหมือนสตาจค์แดงที่ใช้ในสมัยก่อนแทนเงินในยมโลกได้ (สมปราชญ์ อัมมะพันธุ์, 2009) มีส่วนผสมหลัก ได้แก่ แป้งข้าวเจ้าหรือแป้งข้าวเจ้าผสมแป้งชนิดอื่น นวดกับส่วนผสมของน้ำเชื่อมหรือน้ำตาล เกลือ อาจเติมน้ำ น้ำมันหรือเนย ผสมหรือนวดจนแป้งเหนียว นุ่ม นำไปหมักทิ้งไว้ข้ามคืนจนได้ที่ ปั้นเป็นก้อนกลม กดให้แบนลงเล็กน้อย เจาะรูตรงกลางทอดในน้ำมันแบบน้ำมันท่วม (Deep frying) จนสุกกรอบ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2549)

น้ำตาล (Sugar) เป็นสารให้ความหวานจากธรรมชาติ มีหลากหลายรูปแบบ เช่น น้ำตาลทราย น้ำตาลกรวด น้ำตาลปีบ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด น้ำตาลก้อน น้ำเชื่อม รวมถึงน้ำตาลเทียม เป็นต้น โดยการจำแนกประเภทมักขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาของวัตถุดิบและกระบวนการที่ใช้ผลิตน้ำตาล มีการใช้น้ำตาลเติมลงไปเป็นส่วนผสมของอาหารเกือบทุกชนิด เช่น ขนมหวาน เครื่องดื่ม รวมถึงอาหารคาว เป็นต้น เพื่อปรับปรุงรสชาติหรือการถนอมอาหารที่มักส่งผลต่อลักษณะ คุณภาพ ตลอดจนอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์อาหาร (อรพินชัยประสพ, 2548) โดยเป็นผลของปริมาณและชนิดของน้ำตาลที่ใช้เป็นส่วนประกอบอาหาร เช่น การผลิตคุกกี้ก็ลงงานด้วยการทดแทนน้ำตาลทรายบางส่วนด้วยน้ำตาลแอลกอฮอล์ มีผลทำให้การเพิ่มปริมาณน้ำตาลแอลกอฮอล์ ได้แก่ มอลติทอลและซูคราโลส ในสูตรคุกกี้ส่งผลให้

ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าความสว่าง (L^*) ดัชนีสีแดง (a^*) และดัชนีสีเหลืองเพิ่มขึ้น แต่ทำให้ค่าความแข็งและค่าวอเตอร์แอกติวิตี (Water activity, a_w) ลดลง (ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ, 2558) นอกจากนี้การศึกษาของ พงนิญ์ บุญนา และคณะ (2565) ได้แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นทำขนมมีงมีผิวด้านนอกที่เรียบ ความสูงของก้อนขนมมีงลดลง ลักษณะการแผ่ด้านออกด้านข้างมาก มีโครงสร้างรูพรุนด้านในเพิ่มขึ้น และมีสีที่เข้มขึ้นหลังอบ ซึ่งการเลือกใช้น้ำตาลชนิดต่าง ๆ ในการผลิตขนมเจาะหูอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้

เนื่องจากขนมเจาะหูผลิตโดยวิธีการทอด ซึ่งคุณภาพของอาหารทอดมักขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดของน้ำมันที่ใช้ทอดขนมลาเซ็ดชนิดแผ่น ซึ่งน้ำมันรำข้าวทำให้ขนมลามีกลิ่นหืนน้อยการทอดด้วยน้ำมันเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 60 วัน (อมรรัตน์ ถนอมแก้ว และปาจริย์ เรืองคล้าย, 2559) นอกจากนี้ พรราวตา จันทโร และคณะ (2561) ได้รายงานว่าการเพิ่มอุณหภูมิและเวลาในการทอดทำให้ปริมาณความชื้น ค่า a_w ค่าความแข็ง (breaking force) และค่าความสว่าง (L^*) ลดลง แต่ปริมาณไขมันในมันสำปะหลังทอดกรอบเพิ่มขึ้น และยังมีผลทำให้คะแนนความชอบในผลิตภัณฑ์ลดลงด้วย โดยสภาวะที่เหมาะสมในการทอดมันสำปะหลังคือ การทอดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ซึ่งการมีแนวโน้มเดียวกันกับผลการศึกษาของ ทักษิณา อินทรมณี และคณะ (2560) ในผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าสุกแผ่นทอดกรอบพบว่าเมื่ออุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดเพิ่มขึ้น ค่า L^* และ b^* ของผลิตภัณฑ์ลดลง ในขณะที่ค่า a^* ค่าความแข็ง ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดและสารต้านออกซิเดชันเพิ่มสูงขึ้น

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าชนิดของน้ำตาลมีผลกระทบต่อคุณภาพของอาหาร และยังไม่พบการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับผลของการใช้น้ำตาลชนิดต่าง ๆ ในขนมเจาะหู ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้น้ำตาล 3 ชนิด คือ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด และน้ำตาลทรายแดง เพื่อศึกษาชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู นอกจากนี้การศึกษารวมอุณหภูมิและเวลาในการทอดของขนมเจาะหู แบบน้ำมันท่วมในหม้อทอดไฟฟ้า เพื่อคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตขนมเจาะหู ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรสรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ และศึกษาด้านทุนการผลิตขนมเจาะหู เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการพัฒนาขนมเจาะหูต่อไป

2. วัตถุประสงค์

- 2.1 ศึกษาชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู
- 2.2 ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู
- 2.3 ศึกษาต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

3. ระเบียบวิธีวิจัย

1. วัตถุดิบ

ส่วนผสมในการผลิตขนมเจาะหู ได้แก่ แป้งข้าวเจ้าตราช้างสามเศียร แป้งข้าวเหนียวตราช้างสามเศียร น้ำตาลทรายตามิตรผล ผงฟูตราอิมพีเรียล เกลือตราปรุngthิพย์ น้ำมันปาล์มตรามรกต น้ำเปล่าตราสิงห์ น้ำตาลมะพร้าวตามิตรผล น้ำตาลโตนดตราแม่น้อย และน้ำตาล

ทรายแดงตรามิตรผล ซึ่งซื้อจากตลาดในเขตพื้นที่เทศบาลเมืองเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2. วิธีการทำขนมเจาะหู

เตรียมส่วนผสมของขนมเจาะหูตามสูตรที่ได้จากการสัมภาษณ์ (วิกิจ สุวรรณอำภา, 2565) โดยมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า 1,000 กรัม แป้งข้าวเหนียว 260 กรัม น้ำตาล 1,000 กรัม ผงฟู 1 กรัม เกลือ 1.5 กรัม น้ำมัน 28.35 กรัม น้ำเปล่า 480 กรัม เตรียมแป้งและส่วนผสมตามอัตราส่วน นำน้ำตาลผสมกับน้ำเปล่าแล้วตั้งบนไฟกวนจนละลายเข้ากันดีแล้วยกลง พักไว้ให้พออุ่นจากนั้นน้ำตาลที่กวนจนสุกแล้วนำมาผสมกับแป้งที่เตรียม พร้อมเติมเกลือจำนวน 1 ช้อนชา แล้วนวดให้เข้ากัน ตั้งกระทะบนไฟเติมน้ำมันตั้งไฟให้ร้อน เตรียมใบตองสำหรับรองแป้งทำลูกขนมน้ำมันพิชสำหรับทาใบตองปั้นแป้งเป็นรูปกลม ๆ ขนาดเท่าหัวแม่มือ ตั้งลงบนใบตองที่ทาน้ำมันแล้ว ริดแป้งให้บางแล้วเจาะรูตรงกลางคล้ายขนมโดนัท นำลงไปทอดทำการทอดด้วยหม้อไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที ใช้กระชอนช้อนขนมขึ้นจากน้ำมัน พักให้เย็นและสะเด็ดน้ำมันบนตะแกรงสแตนเลส 30 นาที บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิทก่อนนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

3. ศึกษาชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู

เตรียมขนมเจาะหูโดยใช้สูตรขนมเจาะหูที่ได้จากการสัมภาษณ์ (วิกิจ สุวรรณอำภา, 2565) มาทำการทดลองโดยเปลี่ยนชนิดของน้ำตาลแต่ปริมาณเท่ากัน ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด และน้ำตาลทรายแดง นำแป้งที่ได้มาขึ้นรูปและทำการทอดด้วยหม้อไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที โดยนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

4. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู

นำขนมเจาะหูที่ได้รับคะแนนจากการประเมินทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจากการศึกษาชนิดของน้ำตาลที่มีผลต่อขนม แล้วทอดในหม้อทอดไฟฟ้า (ยี่ห้อ Fritel รุ่น FRI-4571) และวัดอุณหภูมิด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิอาหารแบบดิจิตอล (ยี่ห้อ Elitech รุ่น WT-2) ระยะเวลาการทอดได้แก่ อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที ที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 120 วินาที และที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที โดยนำตัวอย่างมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน ด้วยการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) คะแนน 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และคะแนน 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุด

5. ศึกษาต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

นำวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตขนมเจาะหูมาคำนวณต้นทุนตามวิธีการคำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ใช้สูตร การวิเคราะห์ทางการบัญชีดังนี้คือ ต้นทุนการผลิต = วัตถุดิบทางตรง + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ศรีสุดา อาชวานันท์กุล, 2559)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomize complete block design, RCBD) สำหรับการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$)

4. ผลการวิจัย

1. ศึกษาชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหู

นำสูตรขนมที่ได้จากการสัมภาษณ์ (วิกิจ สุวรรณอำภา, 2565) โดยมีส่วนผสม ได้แก่ แป้งข้าวเจ้า 1,000 กรัม แป้งข้าวเหนียว ตราช้างสามเศียร 260 กรัม น้ำตาล ตรามิตรผล 1,000 กรัม ผงฟู ตราอิมพีเรียล 1 กรัม เกลือ ตราปรุngthิพย์ 1.5 กรัม น้ำมันปาล์ม ตรามรกต 28.35 กรัม และน้ำเปล่า ตราสิ่งห์ 480 กรัม มาทำการทดลองโดยเปลี่ยนชนิดของน้ำตาลแต่ปริมาณเท่ากัน ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลโตนด และน้ำตาลทรายแดง นำแป้งที่ได้มาขึ้นรูปและทำการทอดด้วยหม้อไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที พักให้เย็นและสะเด็ดน้ำมันบนตะแกรงสแตนเลส 30 นาที บรรจุในถุงพลาสติกปิดสนิทก่อนนำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อไป

ตารางที่ 1 คะแนนความชอบจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมเจาะหูที่ใช้น้ำตาลในสูตรการผลิตต่างชนิดกัน

คุณลักษณะ	ชนิดของน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหู		
	น้ำตาลมะพร้าว	น้ำตาลโตนด	น้ำตาลทรายแดง
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.74±0.77	7.54±0.73	7.58±0.97
สี	7.88±0.93 ^a	7.36±0.94 ^b	7.62±1.14 ^{ab}
กลิ่น ^{ns}	7.54±0.78	7.46±0.86	7.42±0.97
กลิ่นรส ^{ns}	7.62±0.90	7.54±0.90	7.28±1.05
รสชาติ	7.80±0.98 ^a	7.74±0.94 ^{ab}	7.34±1.18 ^b
เนื้อสัมผัส	7.54±0.93 ^a	7.32±0.95 ^{ab}	6.90±1.38 ^b
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.70±0.95	7.72±0.85	7.56±1.01

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$); a,b,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมเจาะหูที่มีปริมาณน้ำตาล 1,000 กรัมที่เท่ากันของปริมาณแป้งทั้งหมด พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น กลิ่นรส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคะแนนทางด้านสี รสชาติและเนื้อสัมผัสของขนมเจาะหูที่ใช้น้ำตาลมะพร้าวมีคะแนนสูงกว่า

ขนมเจาะหูสูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดและน้ำตาลทรายแดงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขนมเจาะหูสูตรที่ใช้น้ำตาลมะพร้าวมีกลิ่นหอม สีสน้ำตาลอ่อนกว่าสูตรที่ใช้น้ำตาลทรายแดงและน้ำตาลโตนดตามลำดับ (ภาพที่ 1) โดยสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นเกิดจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ในระหว่างการแปรรูปด้วยความร้อนโดยการทอด เมื่ออาหารได้รับความร้อนจะมีการเสียน้ำ มีการสลายตัว และการรวมตัวของหมู่อะมิโนกับสารประกอบบริดิวซึ่งพัฒนาเป็นสารประกอบเชิงซ้อนสีเหลืองจนถึงน้ำตาล ที่เรียกว่าปฏิกิริยามเมลลาร์ด ซึ่งเป็นปฏิกิริยาระหว่างหมู่คาร์บอนิลจากโมเลกุลของน้ำตาลรีดิวซิงกับหมู่เอมีนที่อยู่ในโมเลกุลของแอมโมเนีย กรดอะมิโนหรือโปรตีนได้เป็นไกลโคซิลเอมีน อีกทั้งน้ำตาลสามารถเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยาคาราเมลไรเซชันที่ทำให้เกิดสีน้ำตาลจากการเคี้ยวน้ำตาลที่อุณหภูมิสูง และจะเกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่องจนได้สารสีน้ำตาลระหว่างการให้ความร้อน (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) เมื่อส่วนผสมของขนมเจาะหูมีองค์ประกอบของแป้งข้าวที่มีโปรตีน และน้ำตาลเป็นสารตั้งต้นของปฏิกิริยามเมลลาร์ด ผลิตภัณฑ์จึงเปลี่ยนจากสีขาวนวลไปเหลืองสีเหลืองหรือน้ำตาลระหว่างการทอด ส่งผลต่อสี กลิ่น และรสชาติของอาหาร ซึ่งในการศึกษานี้น้ำตาลมะพร้าวมีสีของเนื้อน้ำตาลที่อ่อนกว่าน้ำตาลโตนดและน้ำตาลทรายแดง ทำให้ในระหว่างที่ทำการทอดขนมเจาะหูอาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ได้น้อยกว่าขนมเจาะหูที่ใช้น้ำตาลมะพร้าว ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองนวลถึงน้ำตาลอ่อน จึงได้รับคะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมสูงกว่าตัวอย่างอื่น โดยยอมรับอยู่ในช่วงชอบปานกลางถึงมาก จึงคัดเลือกขนมเจาะหูสูตรน้ำตาลมะพร้าวเพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ถัดไป



ภาพที่ 1 ขนมเจาะหูที่ใช้ชนิดของน้ำตาลแตกต่างกัน

2. ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดขนมเจาะหู

นำขนมเจาะหูที่ได้รับคะแนนความชอบจากการประเมินทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดจากการศึกษาชนิดของน้ำตาลที่มีผลต่อขนมคือ สูตรที่ใช้น้ำตาลมะพร้าว ซึ่งได้ถูกนำมาทอดในหม้อทอดไฟฟ้า 3 สภาวะ ได้แก่ ที่อุณหภูมิของน้ำมัน 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที อุณหภูมิของน้ำมัน 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที และอุณหภูมิของน้ำมัน 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมเจาะหูที่ควบคุมอุณหภูมิและระยะเวลาในการทอดในตารางที่ 2 พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 120 วินาที แป้งขึ้นฟู สีสน้ำตาลอ่อนเนื้อสัมผัสกรอบ จึงได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างขนมเจาะหูที่ทอดด้วยสภาวะอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

($p < 0.05$) และมีการยอมรับอยู่ในช่วงชอบมากถึงชอบมากที่สุด คุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ ระหว่างการทอดถูกพัฒนาขึ้นระหว่างกระบวนการทอด ซึ่งเป็นจากปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช่ เอนไซม์ ได้แก่ ปฏิกิริยาเมลลาร์ดและปฏิกิริยาการาเมลไรเซชัน และจะแปรตามระยะเวลาและ อุณหภูมิที่ใช้ทอด โดยที่อุณหภูมิที่สูงขึ้นและเวลาการทอดที่นานขึ้นส่งผลให้ความสว่างลดลง และความเป็นสีน้ำตาลแดงเพิ่มขึ้น เนื่องจากอัตราเร็วของปฏิกิริยาเมลลาร์ดจะเพิ่มขึ้นเมื่อ อุณหภูมิในการทอดเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราเร็วของปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นเป็น 2-3 เท่า เมื่ออุณหภูมิการ ทอดสูงขึ้นทุกๆ 10 องศาเซลเซียส (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) ซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนชอบ ขนมเจาะหูที่มีสีน้ำตาลปานกลางของขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 120 วินาที สูงที่สุด อาจเป็นเพราะผลิตภัณฑ์มีสีไม่อ่อนหรือเข้มจนเกินไป ซึ่งส่งผลต่อการ ยอมรับด้านลักษณะปรากฏอีกด้วย (ดังภาพที่ 2)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะเนื้อสัมผัสพบว่าผู้ทดสอบชิมให้คะแนน ความชอบขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที มากที่สุด โดยขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 90 วินาที มีลักษณะสัมผัสที่ ร่วน ไม่กรอบ คล้ายแป้งยังไม่สุกดี ในขณะที่ขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 150 วินาที มีเนื้อสัมผัสที่แห้งและกระด้าง ซึ่งส่งผลให้ผู้ทดสอบชิมให้คะแนน ความชอบโดยรวมที่มีต่อขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที สูงที่สุดอีกด้วย แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการทอด ส่งผลให้ ความแข็งของขนมเจาะหูเพิ่มขึ้นแต่มีความกรอบมากขึ้น เนื่องจากการพองตัวของแป้งข้าว เหนียวและแป้งข้าวเจ้า อันเป็นผลมาจากความร้อนและความดันในระหว่างการทอด โดยความ ร้อนทำให้แป้งสุกเนื่องจากการเกิดเจลาติไนเซชัน (Gelatinization) และน้ำในส่วนผสมแป้ง กลายเป็นไอและระเหยออกไปจากชั้นอาหาร ซึ่งแป้งที่สุกแล้วเกิดการขยายตัวจากการกักเก็บ ใอน้ำไว้ทำให้เกิดรูพรุน และทำให้อาหารเกิดการพองตัวซึ่งในช่วงการพองตัวน้ำจะระเหย ออกไป (วิไล รังสาดทอง, 2552) ทำให้ระหว่างการทอดโครงสร้างของแป้งมีการเปลี่ยนแปลง โดยโครงสร้างเปราะบางลงจึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหูมีความกรอบและกระด้าง และ ผิวหน้าของชิ้นขนมแห้ง สอดคล้องกับงานวิจัยของ พรราวดา จันทโร และคณะ (2561) ที่รายงานผลการทอดมันสำปะหลังแผ่นที่อุณหภูมิสูงและเวลานานขึ้น ทำให้ค่า Breaking force ของการทอดมันสำปะหลังแผ่นลดลง ซึ่งเกิดจากการพองตัวของแป้งในมันสำปะหลังที่ เป็นผลจากความร้อนระหว่างที่ทอดมันสำปะหลังแผ่น เนื่องจากความร้อนทำให้แป้งสุกและ ใอน้ำทำให้เกิดช่องว่างในแผ่นมันสำปะหลังทำให้ผลิตภัณฑ์พองตัวในช่วงที่ใอน้ำระเหยออกไป อีกทั้งรูพรุนที่เกิดขึ้นส่งผลให้โครงสร้างของมันสำปะหลังแผ่นทอดมีความกรอบ เปราะบาง และ ความแข็งลดลง (García-Segovia et al., 2016)



ภาพที่ 2 ขนมเจาะหูที่ควบคุมระยะเวลา และอุณหภูมิในการทอดแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของขนมเจาะหูที่ควบคุมระยะเวลาอุณหภูมิในการทอด

คุณลักษณะ	อุณหภูมิและเวลาการทอดผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหู		
	160 °C	170 °C	180 °C
	เวลา 90 วินาที	เวลา 120 วินาที	เวลา 150 วินาที
ลักษณะปรากฏ	7.32±1.15 ^b	7.98±0.91 ^a	7.04±1.10 ^b
สี	7.34±1.04 ^b	8.06±0.76 ^a	6.64±1.19 ^c
กลิ่น	7.04±1.06 ^b	7.68±1.11 ^a	6.76±1.11 ^c
กลิ่นรส	6.72±0.80 ^b	7.54±1.24 ^a	7.14± 0.94 ^b
รสชาติ	6.68±1.15 ^b	7.40±1.12 ^a	7.20±0.98 ^a
เนื้อสัมผัส	6.34±1.11 ^c	7.42±1.37 ^a	6.92±1.15 ^b
ความชอบโดยรวม	6.78±0.88 ^b	7.68±1.05 ^a	6.96±1.14 ^b

หมายเหตุ: ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$); a, b,... หมายถึง ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

3. ศึกษาต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

คำนวณต้นทุนผลิตภัณฑ์ใช้สูตรการวิเคราะห์ทางการบัญชีดังนี้ ต้นทุนการผลิต = วัตถุดิบทางตรง + ค่าแรงงานทางตรง + ค่าใช้จ่ายในการผลิต (ศรีสุตา อาชวานันทกุล, 2559) โดยต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูมีส่วนประกอบดังตารางต่อไปนี้ แสดงต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิตขนมเจาะหูต่อแป้ง 1 กิโลกรัม

ต้นทุนค่าวัตถุดิบทางตรง ในการผลิตขนมเจาะหู ซึ่งผลิตได้ 200 ชิ้นต่อสูตรการผลิต การคำนวณแสดงได้ดังนี้

$$\text{ต้นทุนค่าวัตถุดิบ (บาท ต่อ ชิ้น)} = \frac{\text{ผลรวมของราคาวัตถุดิบแต่ละชนิด (บาท)}}{200 \text{ ชิ้น}}$$

ตารางที่ 3 ศึกษาต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์	วัตถุดิบทางตรง	ปริมาณที่ใช้	ต้นทุนต่อ	ต้นทุน
			หน่วย (บาท)	วัตถุดิบ (บาทต่อชิ้น)
	น้ำตาลมะพร้าว	1 กิโลกรัม	34	0.17
	แป้งข้าวเจ้า	1 กิโลกรัม	31	0.15
	แป้งข้าวเหนียว	260 กรัม	48	0.06
ขนมเจาะหู	ผงฟู	1 กรัม	15	0.03
	เกลือ	1.5 กรัม	5	0.0001
	น้ำมัน	1 ถ้วยตวง	50	0.05
	น้ำเปล่า	480 มิลลิลิตร	7	0.035
	น้ำมัน (สำหรับทอด)	4,000 มิลลิลิตร	200	1
รวม				1.50

หมายเหตุ: ข้อมูลราคาสินค้าคิดคำนวณภายในเดือนตุลาคม 2565

จากการผลิตขนมเจาะหูต้นทุนวัตถุดิบทางตรงเฉลี่ย เท่ากับ 1.50 บาท ต่อชิ้น ต้นทุนค่าแรงงานทางตรง ในการผลิตขนมเจาะหู จะใช้แรงงาน 2 คน และจ่ายค่าแรงงาน 300 บาท ต่อคน การคำนวณต้นทุนค่าแรงงานในการผลิตขนมเจาะหูแสดงได้ดังนี้

$$\text{ต้นทุนค่าแรงงานต่อหน่วย} = \frac{\text{ค่าแรงงานต่อวันต่อคน}}{\text{จำนวนหน่วยที่ต้องผลิตได้ต่อวันต่อคน}}$$

ผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหู มีจำนวนหน่วยที่ผลิตได้ต่อวัน เฉลี่ยเท่ากับ 400 ชิ้น ต่อวัน ต่อคน ค่าต้นทุนแรงงานขนมเจาะหู ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{การคำนวณต้นทุนค่าแรงต่อหน่วย} &= 300 / 400 / 2 \\ &= 0.375 \text{ บาท ต่อ ชิ้น} \end{aligned}$$

ดังนั้นในการผลิตขนมเจาะหูจะมีต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับ 0.375 บาทต่อชิ้น ค่าใช้จ่ายในการผลิตในการผลิตขนมเจาะหู ตารางที่ 4 แสดงค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อชิ้น ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงค่าใช้จ่ายในการผลิตขนมเจาะหูต่อ 1 ชิ้น

ค่าใช้จ่ายในการผลิตต่อวัน	บาทต่อวัน
ค่าไฟฟ้า	48
ค่าน้ำประปา	10
ค่าซ่อมแซมอุปกรณ์	1.94
รวม	59.9
ปริมาณที่ผลิตได้	400
ค่าใช้จ่ายต่อหน่วย	0.14

ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหูที่เป็นเงินสด เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.14 บาท ดังนั้นราคาต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูรวม เท่ากับ 2.015 บาทต่อชิ้น

5. อภิปรายผล

ขนมเจาะหูสูตรน้ำตาลทรายแดง เนื้อสัมผัส กรอบร่วน สีน้ำตาลอ่อน สูตรน้ำตาลโตนด เนื้อสัมผัสเหนียว กลิ่นหอมของน้ำตาล สีน้ำตาลเข้ม และสูตรที่ใช้น้ำตาลมะพร้าวมีกลิ่นหอม สีเหลืองนวล เนื้อสัมผัสไม่แข็งกระด้าง โดยน้ำตาลแต่ละชนิดมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปส่งผลให้ลักษณะปรากฏ และเนื้อสัมผัสของอาหารแตกต่างกัน (อรพิน ชัยประสพ, 2548) ส่งผลให้ขนมเจาะหูมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสแตกต่างกัน นอกจากนี้การทอดขนมเจาะหูที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 90 วินาที ตัวอย่างน้ำมัน เนื้อสัมผัสเหนียว อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 120 วินาที แบ่งชิ้นฟู สีน้ำตาลอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบ และอุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 150 วินาที แบ่งชิ้นฟูเร็ว สีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นไหม้ แข็งกระด้าง ซึ่งเป็นจากความร้อนระหว่างการทอด ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดช่องว่างหรือรูพรุน เนื่องจากไอน้ำระเหยออกจากผลิตภัณฑ์ ในขณะที่แบ่งสุกจากกระบวนการเจลาตีไนเซชัน อีกทั้งส่วนผสมในขนมเจาะหูซึ่งมีแป้ง น้ำตาลและโปรตีน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นของการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลขณะที่ทำการทอดทำให้ขนมเจาะหูมีการพัฒนา สี กลิ่น และเนื้อสัมผัสที่มีรูพรุนเกิดขึ้น (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2553) การคำนวณต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูที่ผ่านการยอมรับทางประสาทสัมผัสจะมีต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิต 1.50 บาทต่อชิ้น ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับ 0.375 บาทต่อชิ้น ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหู เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.14 บาท คิดเป็นราคาต้นทุนรวม 2.015 บาทต่อชิ้น

6. องค์ความรู้ใหม่

ชนิดของน้ำตาลมีผลต่อการเพิ่มความหวานและกลิ่น การเกิดสี ส่งผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ รวมถึงอุณหภูมิของน้ำมันและระยะเวลาในการทอด มีความสำคัญต่อการพัฒนาสี ขึ้นฟู การดูดซับน้ำมัน ลักษณะเนื้อสัมผัส และการขึ้นรูปของแป้งที่ใช้ผลิตขนมเจาะหู

7. สรุป

ชนิดของน้ำตาลที่เหมาะสมสำหรับการทำขนมเจาะหูคือ น้ำตาลมะพร้าวซึ่งผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบด้าน สี รสชาติ และเนื้อสัมผัส สูงกว่าขนมเจาะหูที่ใช้น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลโตนด ขนมเจาะหูที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที ได้ขนมเจาะหูที่มีลักษณะที่ดี แป้งขึ้นฟู สีน้ำตาลอ่อน เนื้อสัมผัสกรอบ มีคะแนนสูงกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งการยอมรับอยู่ในระดับการยอมรับความชอบมาก การคำนวณต้นทุนการผลิตขนมเจาะหูสูตรที่ใช้น้ำตาลมะพร้าว และที่ทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 120 วินาที มีต้นทุนวัตถุดิบทางตรงที่ใช้ในการผลิต 1.50 บาทต่อชิ้น ต้นทุนค่าแรงงานทางตรงเท่ากับ 0.375 บาทต่อชิ้น ค่าใช้จ่ายในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมเจาะหู เฉลี่ยต่อวัน เท่ากับ 0.14 บาท คิดเป็นราคาต้นทุนรวม 2.015 บาทต่อชิ้น

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

ควรศึกษาคูณลักษณะทางด้านกายภาพและทางด้านเคมีเพิ่มเติม เช่น การวัดค่าสี ค่าลักษณะเนื้อสัมผัส และความชื้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสนับสนุนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส

8.1 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาผลของการทอดด้วยอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ควรทดลองที่เวลาแตกต่างกันเพื่อให้ทราบสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการทอดขนมเจาะหู อีกทั้งอาหารทอดมีโอกาสที่จะเสื่อมสภาพจากปฏิกิริยาการเหม็นหืนหรือการเกิดออกซิเดชันได้ง่าย ดังนั้น การศึกษาอายุการเก็บในบรรจุภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ จึงมีความน่าสนใจ เพื่อให้มีศักยภาพการผลิตเพื่อธุรกิจได้

9. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

10. เอกสารอ้างอิง

ทักษิณา อินทรมณี รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย วราภรณ์ ภูตะลุน และดนุพล เกษไธสง. (2560). ผลของสภาวะการทอดแบบน้ำมันท่วมต่อลักษณะทางกายภาพและเคมีของกล้วยน้ำว้าสุกแผ่นทอดกรอบ. รายงานอันสืบเนื่องมาจากการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษา ระดับชาติและนานาชาติ 2560 ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 10 มีนาคม 2560. หน้า 558-569.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2553). เคมีอาหาร (พิมพ์ครั้งที่ 4). โอเดียนสโตร์.

- ปิยนุสรณ์ น้อยด้วง และนคร บรรดิจ. (2558). การใช้หมอลดทอลและซูคราโลสในการผลิตคุกกี้เนยแคลลอรีต่ำ, สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี 4(2): 42-51.
- พจนีย์ บุญนา อภิญญา มานะโรจน์ วรลักษณ์ ปัญญาธิพิงศ์ และ ศุภักษร มาแสวง. (2565). ผลของปริมาณน้ำตาลต่อสมบัติทางกายภาพและประสาทสัมผัสการยอมรับของผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมผิง. *Journal of Applied Research on Science and Technology (JARST)*. 21(2): 14-25.
- พรราวตา จันทโร เทพกัญญา หาญศิลาวัตร และปาริสุทธิ์ เฉลิมชัยวัฒน์. (2561). ผลของอุณหภูมิและเวลาในการทอดต่อคุณภาพของมันสำปะหลังแผ่นทอดกรอบปรุงรสปลาปิ้ง. *วารสาร มทร.อีสาน ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. 11(1): 106-117.
- วิไล รังสาดทอง. (2552). เทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ศรีสุดา อาชวานันทกุล. (2559). การบัญชีเพื่อการจัดการ. ทีพีเอ็น เพรส.
- สมปราชญ์ อัมมะพันธ์. (2009). แผลงใต้ (22). *Rusamilae Journal*, 30(2): 63-67.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2549). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่อง ขนมเจาะหู มผช. 1241/2549.
- อมรรัตน์ ถนนแก้ว และ ปาจรีย์ เรืองคล้าย. (2559). ผลของน้ำมันทอดต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของขนมปลาในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*. 8(2): 203-218.
- อรพิน ชัยประสพ. (2548). การถนอมอาหาร. มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- García-Segovia, P., Urbano-Ramos, A. M., Fiszman, S., & Martínez-Monzó, J. (2016). Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried cassava chips (*Manihot esculenta* Crantz). *LWT-Food Science and Technology*. 69: 515-521.